

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 9 8 6 7
Application Number:

[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 9 9 8 6 7]

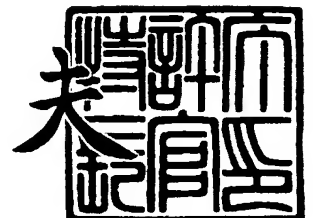
出 願 人 日 立 電 子 エ ン ジ ニ ア リ ン グ 株 式 会 社
Applicant(s):

U. S. Appln. Filed 4-2-04
Mattingly Stanger & Malor
Docket KY-198

2 0 0 4 年 2 月 1 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 0 1 2 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 DE414-056

【提出日】 平成15年 4月 3日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G01N 21/88
G01B 11/30

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区東 3 丁目 1 6 番 3 号 日立電子エンジニア
リング株式会社内

【氏名】 石黒 隆之

【特許出願人】

【識別番号】 000233480

【氏名又は名称】 日立電子エンジニアリング株式会社

【代表者】 長谷川 邦夫

【代理人】

【識別番号】 100079555

【弁理士】

【氏名又は名称】 梶山 侑是

【電話番号】 03-5330-4649

【選任した代理人】

【識別番号】 100079957

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 富士男

【電話番号】 03-5330-4649

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 061207

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9711380

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】

透光性ディスクの周面欠陥検出光学系、周面欠陥検出装置および周面欠陥検出方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

検査対象となる透光性のディスクの周面に対して所定の入射角で光ビームスポットを照射して前記ディスクの内部を通して前記周面の検査領域に内側から前記光ビームスポットを照射する投光系と、

前記ディスクの内部に対して外側で前記検査領域の近傍に設けられ前記検査領域からの散乱光を受光する第 1 の受光系を備え、前記ディスクが装着されるスピンドルを回転させて周面欠陥を検出する透光性ディスクの周面欠陥検出光学系。

【請求項 2】

前記ディスクはガラスディスクであり、さらに、前記検査領域を通る前記ディスクの直径線に対して前記周面の前記光ビームスポットの入射位置と対称な位置から所定のオフセット分離れた位置において得られる前記検査領域の散乱光を前記ディスクの外側で受光する第 2 の受光系を有する請求項 1 記載の透光性ディスクの周面欠陥検出光学系。

【請求項 3】

前記光ビームスポットはレーザスポットであり、前記第 1 および第 2 の受光系は、光ファイバを有する受光器であり、前記光ファイバの受光面が前記ディスクの表面あるいは裏面に対して $20^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の角度になっている請求項 2 記載の透光性ディスクの周面欠陥検出光学系。

【請求項 4】

前記第 1 の受光系の前記光ファイバの受光面は、前記ディスクの裏面側のチャンファに対向するように設定され、前記ディスクの前記チャンファにおける欠陥を検出するものであり、前記第 2 の受光系の前記光ファイバの受光面は、前記ディスクの裏面側の前記チャンファに対して実質的に平行になるように設定され、前記周面の欠陥を検出する請求項 3 記載の透光性ディスクの周面欠陥検出光学系

。

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれか記載の透光性ディスクの周面欠陥検出光学系における前記第 1 および第 2 の受光系から検出信号を得て周面欠陥を検出する周面欠陥検出装置。

【請求項 6】

スピンドルにより回転している前記ディスクの周面に対して所定の入射角で光ビームスポットを照射して前記ディスクの内部を通して前記周面の検査領域に内側から前記光ビームスポットを照射し、

前記ディスクの内部に対して外側で前記検査領域の近傍に設けられた第 1 の受光系により前記検査領域からの散乱光を受光して周面欠陥を検出する周面欠陥検出方法。

【請求項 7】

前記ディスクはガラスディスクであり、さらに、前記検査領域を通る前記ディスクの直径線に対して前記周面の前記光ビームスポットの入射位置と対称な位置から所定のオフセット分離れた位置において得られる前記検査領域の散乱光を前記ディスクの外側で受光する第 2 の受光系を有する請求項 6 記載の周面欠陥検出方法。

【請求項 8】

前記光ビームスポットはレーザスポットであり、前記第 1 および第 2 の受光系は、光ファイバを有する受光器であり、前記光ファイバの受光面が前記ディスクの表面あるいは裏面に対して $20^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の角度になっている請求項 7 記載の周面欠陥検出方法。

【請求項 9】

前記第 1 の受光系の前記光ファイバの受光面は、前記ディスクの裏面側のチャンファに対向するように設定され、前記ディスクの前記チャンファにおける欠陥を検出するものであり、前記第 2 の受光系の前記光ファイバの受光面は、前記ディスクの裏面側の前記チャンファに対して実質的に平行になるように設定され、前記周面の欠陥を検出する請求項 8 記載の周面欠陥検出方法。

【請求項 10】

請求項 6～9 のいずれか記載の周面欠陥検出方法を用いて欠陥を検出する周面欠陥検出装置。

【請求項 11】

請求項 5 に記載の外周欠陥検出装置は、さらに、前記第 1 および第 2 の受光系から得られる検出信号をそれぞれ受けてそれぞれを所定の閾値と比較して前記所定の閾値を越えたときに前記第 1 および第 2 の受光系のそれぞれに対応して第 1 および第 2 の欠陥検出信号を発生する欠陥検出回路と、これら第 1 および第 2 の欠陥検出信号を受けて検出された欠陥を分類する信号処理手段と、この信号処理手段により分類され欠陥データを受けて表示する手段とを備える周面欠陥検出装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

この発明は、透光性ディスクの周面欠陥検出光学系、周面欠陥検出装置および周面欠陥検出方法に関し、詳しくは、ガラスディスクに対して内周あるいは外周のエッジ部の割れ、欠け等の欠陥を付着異物から切り離して効率よく、高精度に検出することができるようなガラスディスクの周面欠陥検出光学系に関する。

【0002】**【従来の技術】**

コンピュータ等の情報記録媒体として用いられる磁気ディスクは、近年益々高記憶密度化が要求され、それに伴い表面に形成される磁性層や保護膜等の膜が薄膜化している。ガラスディスク基板を用いる磁気ディスクの製造工程の一例としては、まず、図 7 に示すように、ガラスディスクをラッピング装置で磨上げ（ラッピング加工工程①）、次にガラス基板の両面をポリッシング加工して、表面粗さ平均 1 nm 程度に鏡面加工する（ポリッシング加工工程②）。その後、ガラス基板を洗浄し（第 1 洗浄工程③）、表面欠陥検査および周面欠陥検査が行われる（第 1 表面検査工程④）。そして合格したガラス基板を洗浄し（第 2 洗浄工程⑤）、スパッタ法等によりクロム、銅、NiAl 等からなる厚さ 50～2000 Å

程度の金属下地層を形成し（金属下地層形成工程⑥）、続いてスパッタ法等によりコバルト系強磁性合金薄膜等からなる厚さ100～1000 Å程度の磁性層を形成し（磁性層形成工程⑦）、さらに例えばカーボン膜、水素化カーボン膜、窒素化カーボン膜等からなる厚さ10～150 Å程度の保護膜を形成する（保護膜形成工程⑧）。このような製造工程で保護膜を形成した後、成膜工程で発生した小突起の除去及び表面の清浄化のため、研磨装置により磁気ディスクの表面のテープクリーニング等が行われる（バーニッシュとワイピング工程⑨）、そして最後に再び表面検査が行われる（第2表面検査工程(10)）。

【0003】

情報記録媒体の磁気ディスクは、ガラスディスクを素材とし、これに磁性膜を形成している。ガラスディスクは表面を研磨して平滑とされるが、研磨作業や取り扱い中などにおいて、その内周あるいは外周のエッジが欠けたり、割れたりすることがあり、これによりディスクの品質が低下する。第1表面検査工程④において、欠け、割れ等が検査され、その程度が小さいときは再研磨され、これが大きいと当該ディスクは不良品とされる。欠け、割れの大きさの程度は欠陥検査装置により検査されて判定される。

【0004】

図6により、ガラスディスクの外周エッジ部と、その欠け欠陥を説明する。

図6（a）において、ガラスディスク1は各種の外径のものがあり、それぞれは所定の直径の中心孔Hを有する。（b）は外周部分の断面を示し、上側の表面を1a、下側の表面（裏面）を1b、外周の側面を1cとする。ディスク1は側面1cの付近が面取りされ、上側の周縁部（以下チャンファ）ChUと下側のチャンファChDが形成されており、側面1cより内方の長さdの範囲が外周エッジ部Eとされ、ここに生じた欠け、割れが周面欠陥Kとされる。なお、長さdはディスク1のサイズにより異なり、例えば2.5インチの場合は0.2mmとされている。

【0005】

最近では、このようなガラスディスク基板が主流となり、その厚さはさらに薄くなっていて、高密度記録の要請から前記の長さdもさらに短くなってきている

。そのため、従来の周面欠陥検査方式では十分な検出ができない状況にある。

従来の外周エッジの欠陥検出方法としては、外周部の上部に法線からみた入射角 30° 程度でチャンファ部に投光して散乱光を受光する第 1 の受光系と、これに加えて、ディスクの外周側面に対向する方向で散乱光を受光する第 2 の受光系を設けた出願人による発明、特許第 3 1 4 1 9 7 4 号が公知である（特許文献 1）。

さらに、周面欠陥ではないが、透明体ディスクの上部からディスク表面へ線状の光を照射してこれをディスクの内部で全反射させて外周側面からの散乱光を受光してディスク表面における欠陥を検出する欠陥検出装置が公知である（特許文献 2）。

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】

特開平 7 - 1 9 0 9 5 0 号公報（特許第 3 1 4 1 9 7 4 号）

【特許文献 2】

特開昭 6 4 - 5 7 1 5 4 号公報

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

近年、ディスク駆動装置（HDD）は、記録密度のさらなる高密度化に加えて、5400 rpm を越える高速回転のディスクが使用されるようになってきている。そのため、ガラスディスクの厚さは薄くなり、さらに、記録されるトラック部分も外周や内周ぎりぎりまで設定される。これにより、より小さな、内周あるいは外周に発生する周面欠陥（欠け欠陥や割れ欠陥）が従来以上にディスクの品質に影響を与えるようになってきている。HDD にそのようなディスクが組込まれた場合に故障の原因になる確立が高くなっている。

より小さな周面欠陥を問題とした場合には、特許文献 1 に示される技術でディスクの外周エッジに存在する欠け欠陥、割れ欠陥を検出すると、これらのほかに、付着異物も同時に検出されてしまう欠点がある。そのため製品歩留まりが悪化する問題がある。したがって、現在では特許文献 1 の欠陥検出の技術では、高密度記録の HDD 装置に対して対応しきれなくなっている。そのため、付着異

物を排除した、より精度の高い外周エッジ部の欠け欠陥、割れ欠陥の検出の要請が強い。

この発明の目的は、上記の要望を受けてなされたもので、透光性ディスクに対して外周エッジ部の割れ、欠け等の欠陥を付着異物から切り離して効率よく、高精度に検出することができる透光性ディスクの周面欠陥検出光学系および周面欠陥検出装置、そして周面欠陥検出方法を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

この発明の透光性ディスクの周面欠陥検出光学系および周面欠陥検出装置の特徴は、検査対象となる透光性のディスクの周面に対して所定の入射角で光ビームスポットを照射してディスクの内部を通して周面の検査領域に内側から光ビームスポットを照射する投光系と、ディスクの内部に対して外側で検査領域の近傍に設けられ検査領域からの散乱光を受光する第 1 の受光系を備えていて、前記ディスクが装着されるスピンドルを回転させて周面欠陥を検出するものである。

また、この発明の周面欠陥検出方法の特徴は、スピンドルにより回転しているディスクの周面に対して所定の入射角で光ビームスポットを照射してディスクの内部を通し周面の検査領域に内側から光ビームスポットを照射し、ディスクの内部に対して外側で検査領域の近傍に設けられた第 1 の受光系により検査領域からの散乱光を受光して透光性ディスクの周面欠陥を検出するものである。

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】

この発明にあつては、前記したように、ディスクの内部を通し周面の検査領域に内側から光ビームスポットを照射してディスクの内部に対して外側で検査領域の近傍に設けられた第 1 の受光系により検査領域からの散乱光を受光してディスクの周面欠陥を検出する。そのため、ディスクの外側に付着している異物からの散乱光はほとんど発生しない。

その結果、ガラスディスクの内周あるいは外周のエッジ部に存在する欠け欠陥、割れ欠陥をはじめとする、付着異物を除いた各種の欠陥を、付着異物と区別して高精度に検出することができる。

【0010】

【実施例】

図1は、この発明の検出光学系を適用したガラスディスク検査装置の一実施例の説明図、図2は、その投光系部分の説明図、図3は、その受光系部分の説明図、そして、図4は、ディスクの反射光出射位置から所定のオフセットOFを持たせて欠陥を検出する原理説明の平面図、図5は、内周面の欠陥を検出するこの発明の他の一実施例の説明図である。

図1において、欠陥検査装置10の欠陥検出光学系9は、検査対象となるガラスディスク（以下ディスク）1を装着して回転するスピンドル2と、ディスク1の側面に対して入射角 $\theta_i \cong 45^\circ$ でレーザ光源31からのレーザスポットSpを側面位置Pに照射してディスク1の内部を通してディスク外周面の検査領域（受光外周面）Q（図3（a）参照）を内側から投射する光学系3と、検査領域Qからの散乱光を受ける第1の受光系4（図3（a）参照）、検査領域Qからのディスク内部伝搬散乱光を受ける第2の受光系5（図3（b）参照）とからなる。

【0011】

第1の受光系4は、図3（a）に示すように、光学系3からの投射光を受けるディスク1の外周内側の検査領域Qの下側のチャンファChDに対向するように、チャンファChDの面に対してほぼ垂直となる、受光角 θ_j 方向（図3（a）参照）においてディスク1の表面外側に設けられている。

そして、第2の受光系5は、図3（b）に示すように、ディスク内部の伝搬において前記の検査領域QからのレーザスポットSpの正反射光がディスク1から外部に出射する出射位置R（点R）から、さらに所定のオフセットOF、例えば、3.3インチ程度のディスクでは、 $OF = 10\text{ mm}$ 程度を持たせた周面の検出位置S（点S）において、これの斜め上部に設けられている。第2の受光系5の受光面は、下側のチャンファChDに平行となる方向の受光角 θ_k 方向（図3（b）参照）に設定されている。

なお、レーザスポットSpの正反射光が出射される出射位置Rは、検査領域Qを通るY軸（ディスクの直径線）に対して（あるいは関して）入射光が入る側面の入射位置Pと対称な位置にある。

【0012】

ここでの欠陥検出光学系9は、回転するガラスディスク1の外周エッジ部E（図6参照）に対して、投光系3によりレーザスポットSpをディスク1の内部を通してこの内部からディスク1の外周部に投射する。レーザスポットSpによるこの照射位置が前記の検査領域Qを形成する。図3に示すように、各周面欠陥の散乱光Ljは、第1の受光系4に受光され、そしてその内部伝搬した正反射光近傍の散乱光Lkは、第2の受光系5に受光される。

ここで、第1の受光系4は、検査領域QにおけるチャンファChUとチャンファChDにおける欠陥を検出する。一方、第2の受光系5は、外周側面の欠陥を検出する。このように受光系を2系統に分けることで、小さな欠け欠陥、割れ欠陥をより高い精度で検出することができる。また、ディスク1の内部からの照射光により検査領域Qで発生する散乱光を得ることで付着異物の検出を阻止する。これは、ディスク1の内側には異物は付着しないからである。欠け欠陥、割れ欠陥のある外周位置に同時に異物が付着していてもその散乱光は、ディスク周面あるいは端面を境界面として全反射されるため、受光面42および受光面52には到達しない。したがって、前記の検出光学系で検出される欠陥は、外周エッジ部の欠け欠陥、割れ欠陥がほとんどである。

【0013】

図2は、この場合のディスク1の内部からディスク1の外周部に投射する投光系3の説明図である。

図2（a）において、31は、光学系3のレーザ光源であり、そのレーザビーム32が焦点Fで収束された後にディスク1の周面1cにレーザスポットSpとして入射する。ここで、ディスク1を3.3インチとし、その厚さtを $t=2.4\text{ mm}$ とする。

周面1cでのレーザスポットSpは、図2（b）に示すように、1.2mm程度の幅の楕円になっていて、周面1cに対して図1に示すように、例えば、 $\theta_i=45^\circ$ で斜めに入射される。

【0014】

図2（c）に示すように、このとき、周面1cに対するレーザビーム32の入

射光の角 ($90^\circ - \theta_p$) をディスク 1 の表面あるいは裏面に対する全反射角よりも大きく採ると、ディスク 1 の内部に入射した光は、表面内側と裏面内側とで全反射してディスク 1 の外にはほとんど出なくなる。これによりディスク 1 の表面あるいは裏面に付着した異物からの散乱光の影響は発生しない。得られる散乱光は、実質的に外周エッジに発生する欠け欠陥あるいは割れ欠陥に限定することができる。

なお、入射光 θ_p が全反射角より小さい場合であっても斜めに入射させれば、ディスク 1 の表面あるいは裏面側から外部に出る光の割合が小さい。これにより付着異物からの散乱光は減少し、付着異物が検出される割合が少なくなる。

図 1 に示すように、このとき、ディスク内部に入射した光は、ガラスの屈折率 $n1.536$ に従って屈折して、キャリッジの進行方向である Y 軸との交点に一致する検査領域 Q に照射される。

【0015】

図 3 は、第 1、第 2 の受光系 4、5 の部分の説明図である。

図 3 (a) に示されるように、第 1 の受光系 4 は、光ファイバ 41 を有していて、外周エッジ部の検査領域 Q における下側のチャンファ ChD に実質的に垂直方向となる角度 θ_j 、すなわち、ディスク 1 の表面から $\theta_j \cong 40^\circ$ の角度でかつ表面上部から 15 mm 程度の高さで、さらにディスクの外周エッジから 24 mm 程度離れたところに光ファイバ 41 の受光面 42 が配置されている。そして、光ファイバ 41 の後端部が光ファイバ受光器 (APD 受光モジュール) 43 に内蔵されたアバランシェ・フォトダイオード (APD) の受光面に接続されている。

一方、第 2 の受光系 5 も、図 3 (b) に示されるように、光ファイバ 51 を有している。そして、ディスク 1 の内部において検査領域 (受光面) Q から正反射光 (内部伝搬反射光) を受ける出射位置 R より、さらにずれた検出位置 S (受光位置) において、ディスク 1 の下側のチャンファ ChD に実質的に平行となる角度 θ_k 、すなわち、裏面から $\theta_k \cong$ 約 40° の上方で表面から 15 mm 程度の高さで、さらにディスクの外周エッジ (その端面) から 24 mm 程度離れたところに光ファイバ 51 の受光面 52 が配置されている。そして、光ファイバ 51 の後端部が光ファイバ受光器 (APD 受光モジュール) 53 に内蔵されたアバランシェ・

フォトダイオード (APD) の受光面に接続されている。

【0016】

なお、前記角 θ_j 、角 θ_k は、チャンファと外周側面それぞれの散乱光を受ける角度であればよく、透過光あるいは正反射光を避ける角度であって、かつ、多くの散乱光が受光される角度がよい。その範囲としては、ディスク 1 の表面あるいは裏面に対して $20^\circ \sim 60^\circ$ 程度の範囲であればよい。

ところで、外周エッジ部の検査領域 Q でディスク 1 の内側方向に反射した光は図 3 (c) に示すように、ディスク内部で全反射しかつ散乱しながら正反射光 L R に沿って進む。そこで、この散乱光を捕らえる適切な位置として前記オフセット OF が必要になる。さらに、検査領域 Q で発生した散乱光は、ディスク 1 の外に出ることなく、外周面内側と内周面内側との間で多重反射して回り込み、前記オフセット OF を設定した検出位置 S に至る。

【0017】

図 4 は、正反射光の出射位置 R から所定のオフセット OF を持たせる欠陥検出の原理を説明するための平面図である。

3. 3 インチのディスク 1 の半径 $r = 42 \text{ mm}$ とし、ガラスの屈折率 $n = 1.536$ とする。そして、図 4 (a) において、入射角 $\theta_i = 45^\circ$ 、図 4 (b) の断面図において、検出位置 S の位置からの出射角 $\gamma = 40^\circ (= \theta_j)$ 、その水平面での角度 α (図 4 (a) 参照) $= 0^\circ$ とする。さらに、正反射光の出射位置 R の位置からのオフセット $OF = 10 \text{ mm}$ とし、ディスク 1 の中心を原点 O とし、X、Y 軸を採る。

これにより、検査領域 Q の座標 (X_q, Y_q) は、 $(0, 42 \text{ mm})$ となり、入射位置 P の座標 (X_p, Y_p) は、 $(34.3286 \text{ mm}, -24.1981 \text{ mm})$ となる。そして、正反射光出射位置 R の座標 (X_r, Y_r) は、入射位置 P に対して Y 軸を基準にして対称の位置 $(-34.3286 \text{ mm}, -24.1981 \text{ mm})$ になる。その結果、検出位置 S の座標 (X_s, Y_s) は、 $X_s = -r \cdot \sin \theta_s$ 、 $Y_s = -r \cdot \cos \theta_s$ となつて、 $(-27.6351 \text{ mm}, -31.6275 \text{ mm})$ となる。ただし、 $\theta_L = 2 \arcsin((L/2)/r) = 13.67428^\circ$ 、 $\theta_s = 2\theta_t - \theta_L = 41.14588^\circ$ 、 $L = OF = 10 \text{ mm}$ である。ここ

に、 θ_s は、弧P-S上の中心角を $2\theta_s$ としたときの角であり、 θ_L は、弧P-R上の中心角の $1/2$ 角と角 θ_s との差の角、 $\theta_t = \arcsin(1/n \cdot \sin \theta_i) = 27.41008^\circ$ 、 $n = 1.536$ である（図4参照）。

点Sの角度 $\alpha = 0^\circ$ 、 $\gamma = 40^\circ$ において、検査領域Qの外周側面近傍の座標点を点Sから点Pへ向かう逆方向の光で追跡すると、点Sに得られる反射光の座標Q'は、 $(-0.89097, 41.99055 \text{ mm})$ となる。これにより実質的に検査領域Qの外周エッジ部の散乱光を捕らえることができる。この近傍点の位置がさらに大きくずれると、散乱光受光点から外れ、逆に検査領域Qに近すぎると正反射光を受けることになって、検査領域Qの外周側面での欠陥検出はできなくなる。

【0018】

さて、図1に戻り、それぞれの光ファイバ受光器43、53の検出信号は、アンプ44、54を介してそれぞれ欠陥検出回路6に入力される。欠陥検出回路6は、アンプ44からの検出信号をバンドパスフィルタ（BPF）61a、61bでそれぞれ受けてコンパレータ（COM）62a、62bでそれぞれの検出信号から閾値 T_{ha} 、 T_{hb} を越えた信号を欠陥検出信号として検出信号D a、D bを発生する。なお、ここでの閾値 T_{ha} 、 T_{hb} は、ノイズ除去のために設けられているものであって、制御回路7から設定される。。

検出信号D a、D bは、それぞれにビットデータとしてデータサンプリングクロック発生回路75からのサンプリングクロックに応じてサンプリングされて欠陥メモリ63に記憶される。

欠陥検出回路6は、周面欠陥ばかりでなく、ディスク1の表面欠陥検出回路として動作するものである。ここでは、この同じ検出回路6を利用して周面欠陥を検出する。

7は、制御回路であり、内部に、インタフェース71と、Yテーブル駆動回路72、スピンドルモータ駆動回路73、R・ θ 座標発生回路74、データサンプリングクロック発生回路75とからなる。前記の閾値 T_{ha} 、 T_{hb} は、データ処理装置8からデータとして制御回路7に送出される。

そして、Yテーブル駆動回路72によりY軸方向（半径R方向）にスピンドル

2を移動させるY移動機構のモータ76を駆動して、モータ76に設けられたエンコーダ77から $R \cdot \theta$ 座標発生回路74がY方向(半径R方向)の座標位置信号を得る。また、スピンドルモータ駆動回路73によりスピンドルモータ78を駆動してスピンドル2を回転させる。そして、スピンドルモータ78に設けられたエンコーダ79から $R \cdot \theta$ 座標発生回路74が θ 方向の座標位置信号と、回転基準となるインデックス信号とを得る。

このような制御回路7において、周面欠陥を検出する場合には、Yテーブル駆動回路72は移動されることなく、固定値 r に設定される。そして、インデックス信号に応じて1周分の欠陥データが欠陥メモリ63に採取される。

【0019】

以下、これについて詳細に説明する。

$R \cdot \theta$ 座標発生回路74は、インタフェース71を介してデータ処理装置8から制御信号を受けて周面欠陥検出動作に入る。そして、ディスク1の回転基準位置であるインデックス信号をエンコーダ79から得て、この信号に応じてデータサンプリングクロック発生回路75を駆動し、これに所定の周期のサンプリングクロックを発生させる。発生したサンプリングクロックは、欠陥メモリ63に供給されて、そのアドレスをサンプリングクロックの周期で更新して、更新した各アドレス位置に検出信号 D_a 、 D_b のビットデータを順次それぞれに記憶させる。そして、 $R \cdot \theta$ 座標発生回路74は、インデックス信号の発生を基準として1回転分の検査が終了した時点でインタフェース71に検査終了信号を送出し、同時に停止信号をデータサンプリングクロック発生回路75に送出してサンプリングクロック発生動作を停止させる。

インタフェース71は、 $R \cdot \theta$ 座標発生回路から検査終了信号を受けて、これに応じて欠陥メモリ63から欠陥検出信号 D_a 、 D_b についての各1周分の欠陥検出データを読み出して最初のデータ位置をディスク1の回転基準としてデータ処理装置8に、欠陥検出信号 D_a 、 D_b による2系統の欠陥データを送出する。

【0020】

データ処理装置8は、MPU81とメモリ82、CRTディスプレイ83、キーボード84等からなり、これらが相互にバス85を介して接続されている。そ

して、メモリ 82 には、欠陥分類プログラム 82 a、欠陥大きさ判定プログラム 82 b、欠陥マップ表示プログラム 82 c 等が設けられ、さらにディスク 1 の立体画像データ 82 d が設けられている。

欠陥分類プログラム 82 a は、MPU 81 により実行されて、MPU 81 は、欠陥検出信号 D a、D b についての各 1 周分の欠陥検出データを受けて、それぞれ欠陥検出信号 D a 側の欠陥をチャンファ ChU とチャンファ ChD のチャンファ部分の欠陥とし、欠陥検出信号 D b 側の欠陥を外周側面（端面）の欠陥として分類する。さらに、サンプリングクロックの周波数に対応して各欠陥データ位置の外周座標（ θ 座標）を算出して欠陥データの位置を算出する。なお、このときの検出分解能は、サンプリングクロックの周波数により決定され、高い分解能に設定できる。

MPU 81 は、次に欠陥大きさ判定プログラム 82 b を実行して、この分類されたチャンファ部分の欠陥と端面（外周側面）の欠陥とを共に参照してこれら 2 系統のデータについて、欠陥ビットの連続性をみてその連続性によりグルーピングして大きさを判定する。このとき、チャンファ部分の欠陥と端面の欠陥との間の連続性も判定されてこれらが 1 つの欠陥とされる。ここでの欠陥の大きさは、例えば、5 段階のものとされる。MPU 81 は、次に欠陥マップ表示プログラム 82 c を実行してディスク 1 の立体画像映像の上に検出基準位置（インデックス信号の発生位置）を基準として重ねてマップ表示する。このとき、チャンファ部分の欠陥と端面の欠陥とが色分けされ、さらにグルーピングされた大きな欠陥は、5 段階にわけられた大きさの図形でそれぞれに表示される。

もちろん、チャンファ部分の欠陥と端面の欠陥が 1 つになったときには両方の色が重ね合わされる。

【0021】

図 5 は、内周面の欠陥を検出するこの発明の他の一実施例の説明図である。

レーザスポット S_pの入射角 θ_i は、 18.4° であり、ディスク 1 の照射面で屈折して内部に進入したレーザビーム L_t が検査領域（受光外周面）Q の位置で実質的に 45° で照射するように設定されている。しかも、入射レーザビームが屈折なしに直進した方向において、その光線がディスク 1 の内周面 N に照射され

ない位置 H (点 H) でディスク 1 の半径線とクロスするように入射角 θ_i が設定されている。このような条件で θ_i を求めると、最適な $\theta_i = 18.4^\circ$ となる。これにより、図示するように、ここでの検査領域 Q は、ディスク 1 の内周面の内側に設定され、ここにレーザスポット S_p が照射される。

ここで、図 4 の場合と同様に、ディスク 1 を 3.3 インチのディスクとして、半径 $r = 42\text{ mm}$ とし、ガラスの屈折率 $n = 1.536$ とする。 $\theta_a = 38.7^\circ$, $\theta_b = 12.1^\circ$, $\theta_p = 32.8^\circ$, $\theta_s = 20.3^\circ$ であり、点 Q への照射角 θ_q は、 $\theta_q = 45^\circ$ となる。

なお、内径 $r_i = 12.5\text{ mm}$, P 点の座標は $(22.783, -35.283)$ であり、点 H の座標は $(-8.298, -10.340)$ である。

ところで、検査領域 Q と第 1 の受光系 4 との位置関係、そして第 2 の受光系 5 と検出位置 S (点 S) との位置関係は、図 1 に示すものと同様となるので、その説明は割愛する。また、出射位置 R (点 R) と検出位置 S (点 S) とのオフセット OF も図 1 の実施例と同様に 10 mm 程度である。

このような構成により、ディスク 1 の内周面の欠陥を検出することができる。

なお、入射角 θ_i は、ディスク 1 の外径 r と内径 r_i と入射点 P の位置により決定されるものであり、3.3 インチのディスクでは、 $\theta_i = 15^\circ \sim 20^\circ$ 程度の範囲が好ましい。

【0022】

以上により、両受光系 4, 5 のいずれか、または両者に受光された各散乱光 L_j , L_k の受光信号は、欠陥検出回路 6 で制御回路 7 によりに設定された閾値 Th_a , Th_b と比較されて検出され、制御回路 7 を介してデータ処理装置 8 に送られて分類され、大きさが判定されて、マップ表示される。

実施例では、出射位置 R と入射位置 P との間に受光位置 S を設けた例を示しているが、受光位置 S が出射位置 R と検査領域 Q との間に設けられていてもよい。

また、実施例では、受光系として光ファイバを用いた受光器を設けているが、これは、光ファイバを用いた受光器に限定されるものではなく、イメージセンサ等の各種の受光素子、受光器を用いることができる。

また、実施例では、レーザ光源によりレーザスポットを検査領域に照射してい

るが、この発明は、このようなレーザスによるポットに限定されるものではなく、光ビーム一般を用いてもよいことはもちろんである。

ところで、実施例では、ガラスディスクを例としているが、ガラス基板に磁性層、保護層を被着した最終製品の磁気ディスクの状態でも光透過性があるので、この発明での検出対象である。さらに、この発明は、このようなガラスディスクに限定されるものではなく、透光性ディスク一般の内周あるいは外周のエッジの欠陥検査に適用できることはもちろんである。

なお、この明細書での欠陥という言葉は、欠損や欠落のみならず疵一般に対する広義の概念として使用するものであって、これについては特許請求の範囲における語も同様である。

【 0 0 2 3 】

【発明の効果】

以上の説明のとおり、この発明にあつては、ディスクの内部を通し外周面の検査領域に内側から光ビームスポットを照射してディスクの内部に対して外側で検査領域の近傍に設けられた第 1 の受光系により検査領域からの散乱光を受光してディスクの周面欠陥を検出する。そのため、ディスクの外側に付着している異物からの散乱光はほとんど発生しない。

その結果、ガラスディスクの内周あるいは外周のエッジ部に存在する欠け欠陥、割れ欠陥をはじめとする、付着異物を除いた各種の欠陥を、付着異物と区別して高精度に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は、この発明の検出光学系を適用したガラスディスク検査装置の一実施例の説明図である。

【図 2】

図 2 は、その投光系部分の説明図である。

【図 3】

図 3 は、その受光系部分の説明図である。

【図 4】

図 4 は、ディスクの反射光出射位置から所定のオフセット OF を持たせて欠陥を検出する原理説明の平面図である。

【図 5】

図 5 は、内周面の欠陥を検出するこの発明の他の一実施例の説明図である。

【図 6】

図 6 は、ガラスディスクの外周エッジ部 E と、その欠陥 R の説明図である。

【図 7】

図 7 は、ガラス基板を用いる磁気ディスクの製造工程の一例の説明図である。

【符号の説明】

1…ガラスディスク、1a…上側の表面、1b…下側の表面（裏面）、

1c…周面、2…スピンドル、

3…投光系、4…第 1 の受光系、5…第 2 の受光系、

6…欠陥検出回路、7…制御回路、

8…データ処理装置、9…欠陥検出光学系、

10…欠陥検査装置、

31…レーザ光源、32…レーザビーム、

41, 51…光ファイバ、42, 52…受光面、

43, 53…光ファイバ受光器、44, 54…アンプ、

61a, 61b…バンドパスフィルタ（BPF）、

62a, 62b…コンパレータ、

63…欠陥メモリ、

71…インタフェース、72…Yテーブル駆動回路、

73…スピンドルモータ駆動回路、

74…R・ θ 座標発生回路、

75…データサンプリングクロック発生回路、

76…Y移動機構のモータ、77, 79…エンコーダ、

ChU…上側の周縁部（チャンファー）、

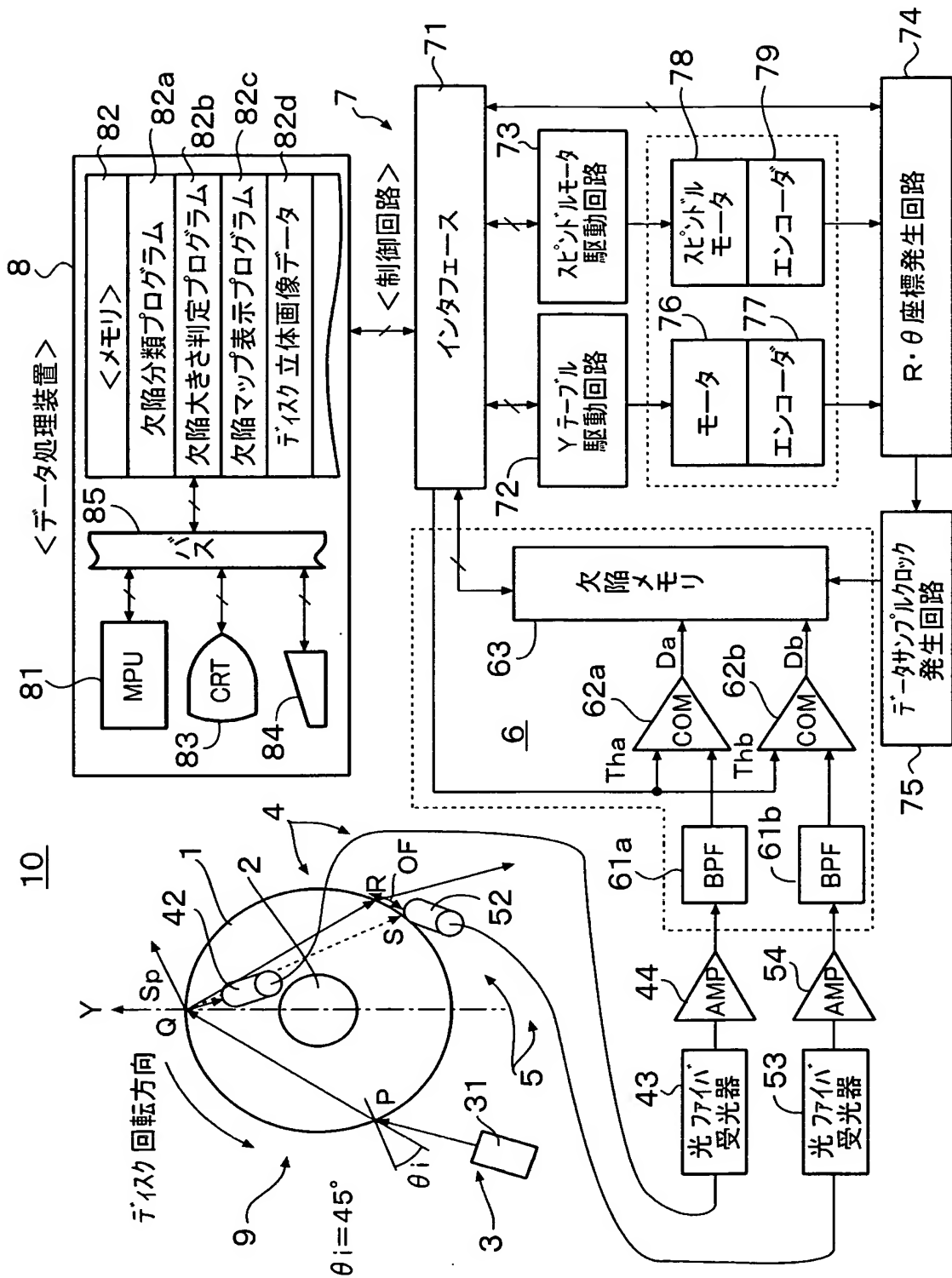
ChD…下側の周縁部（チャンファー）、

81…MPU、82…メモリ、

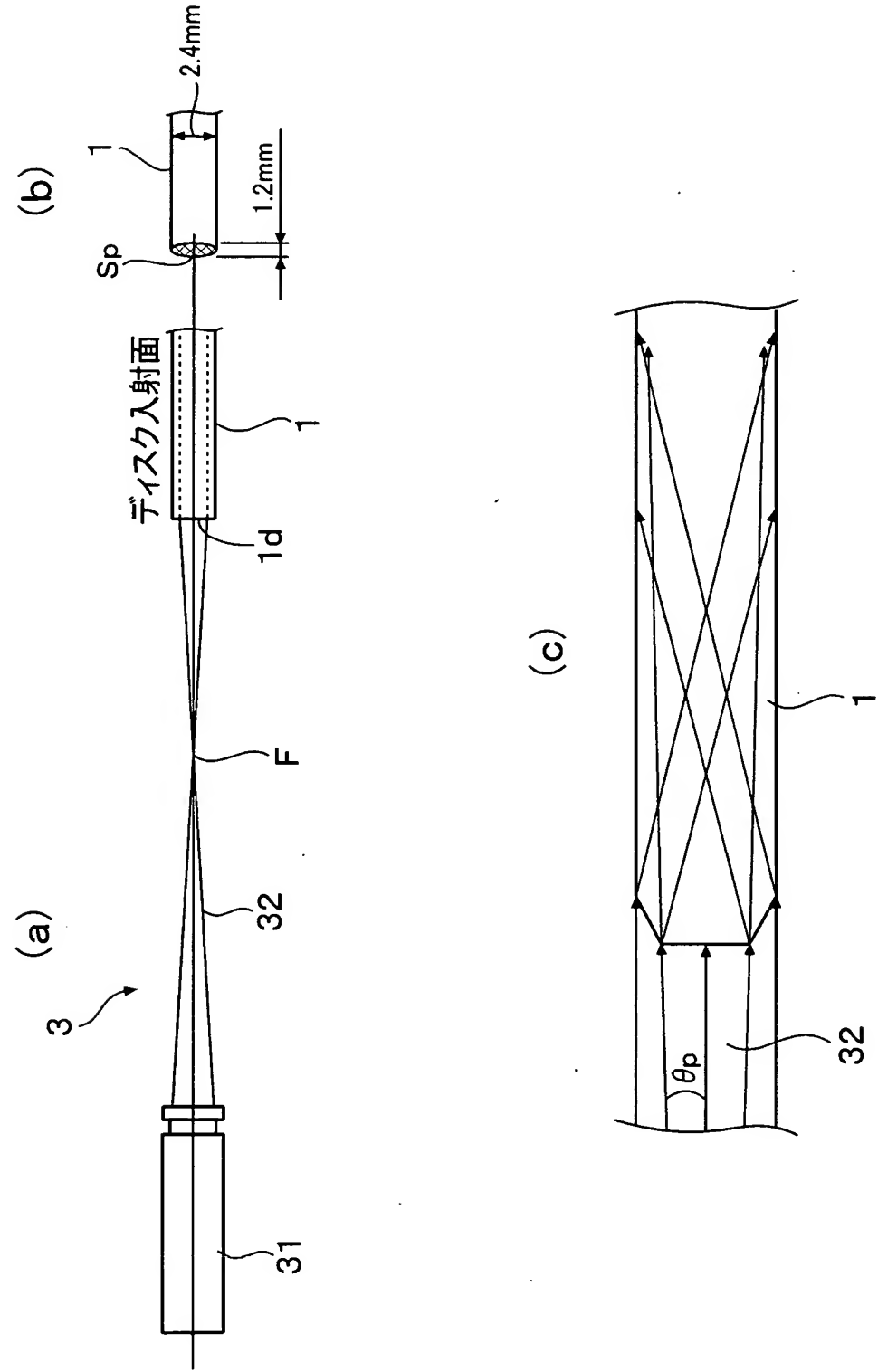
8 3 … C R T ディスプレイ、8 4 … キーボード、
8 2 a … 欠陥分類プログラム、
8 2 b … 欠陥大きさ判定プログラム、
8 2 c … 欠陥マップ表示プログラム。
L T … レーザビーム、S p … レーザスポット、
 θT … 入射角、 θR … 正反射角または受光角、
L j, L k … 散乱光。

【書類名】 図面

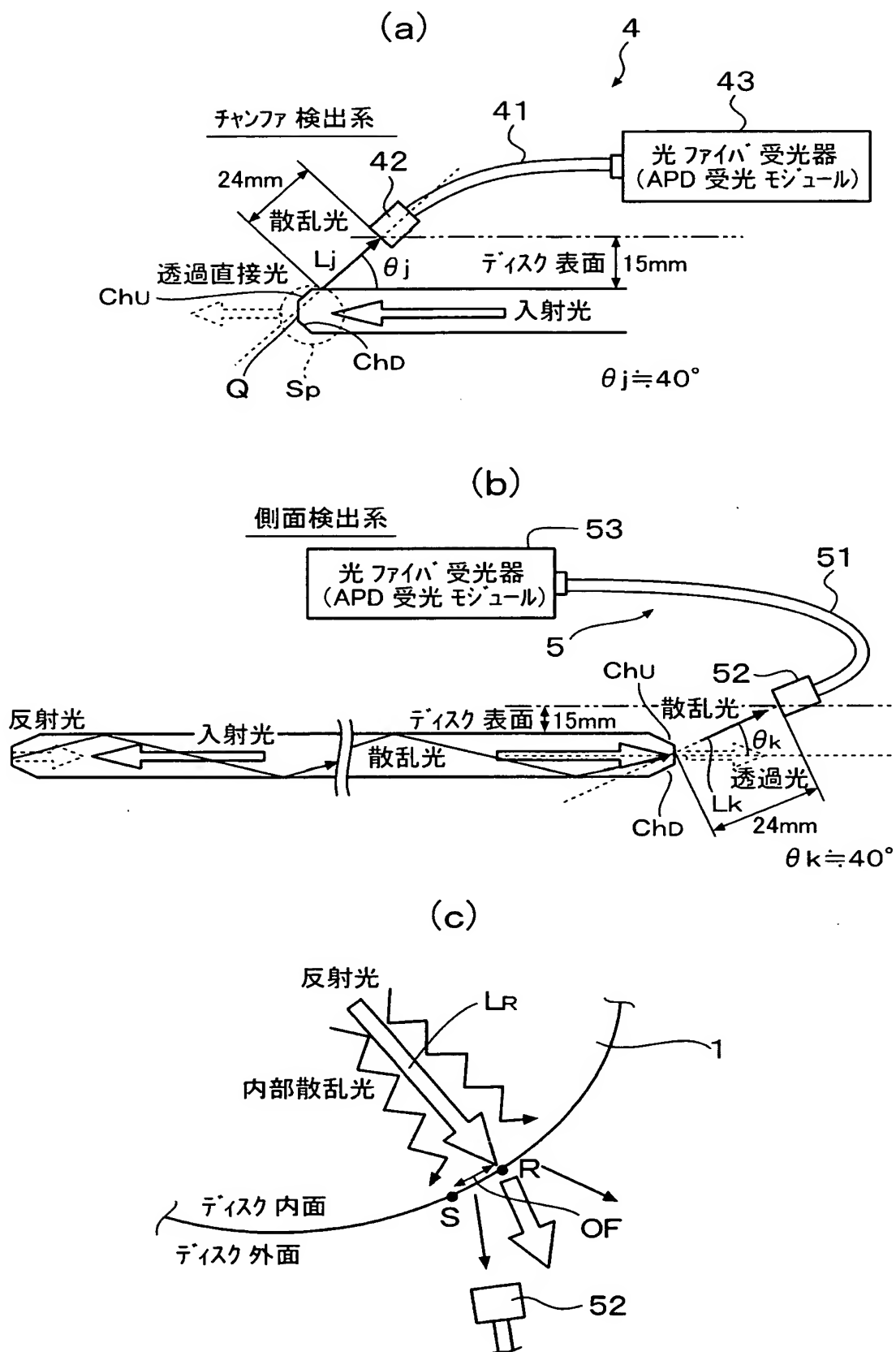
【図 1】



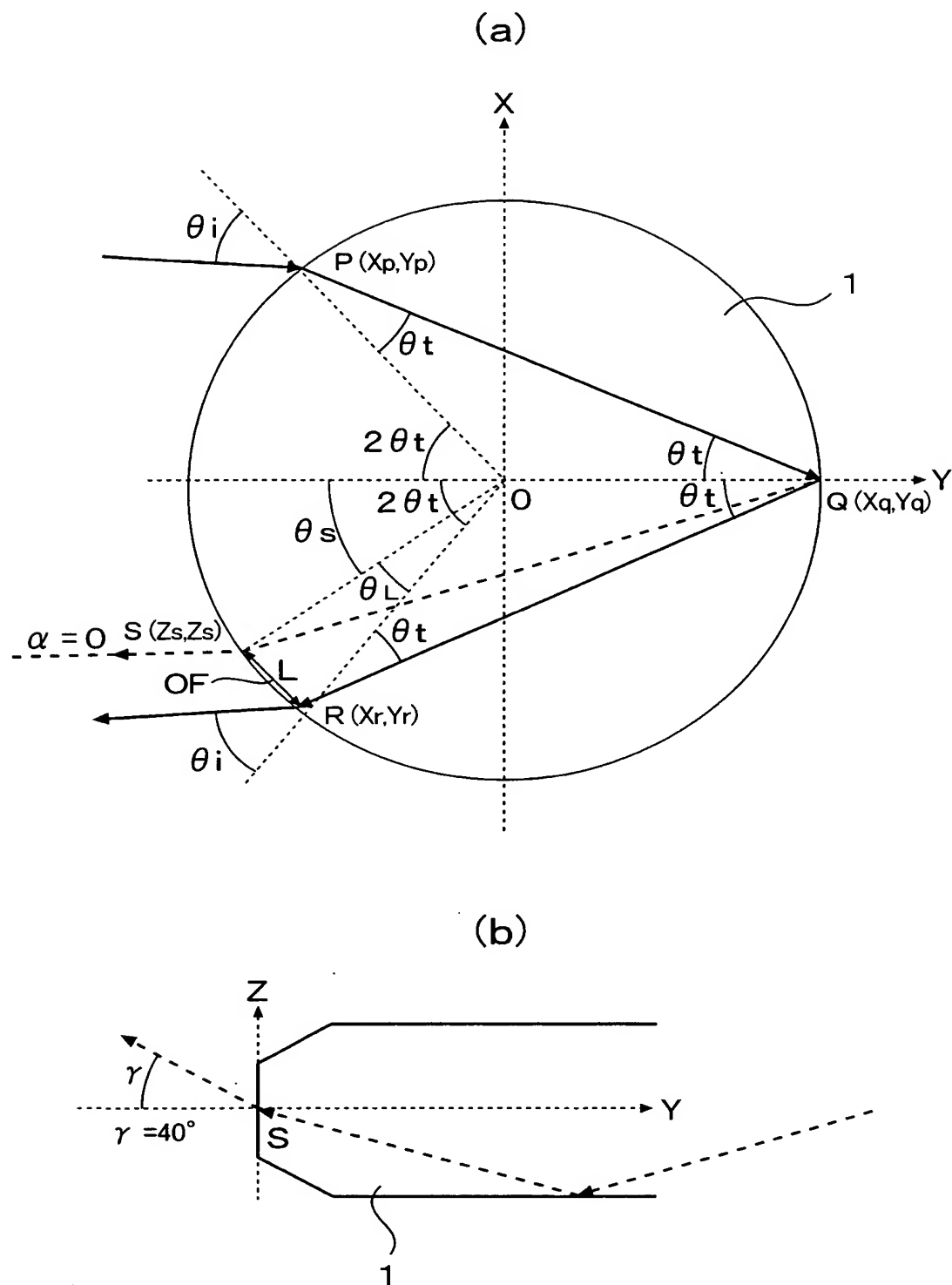
【図 2】



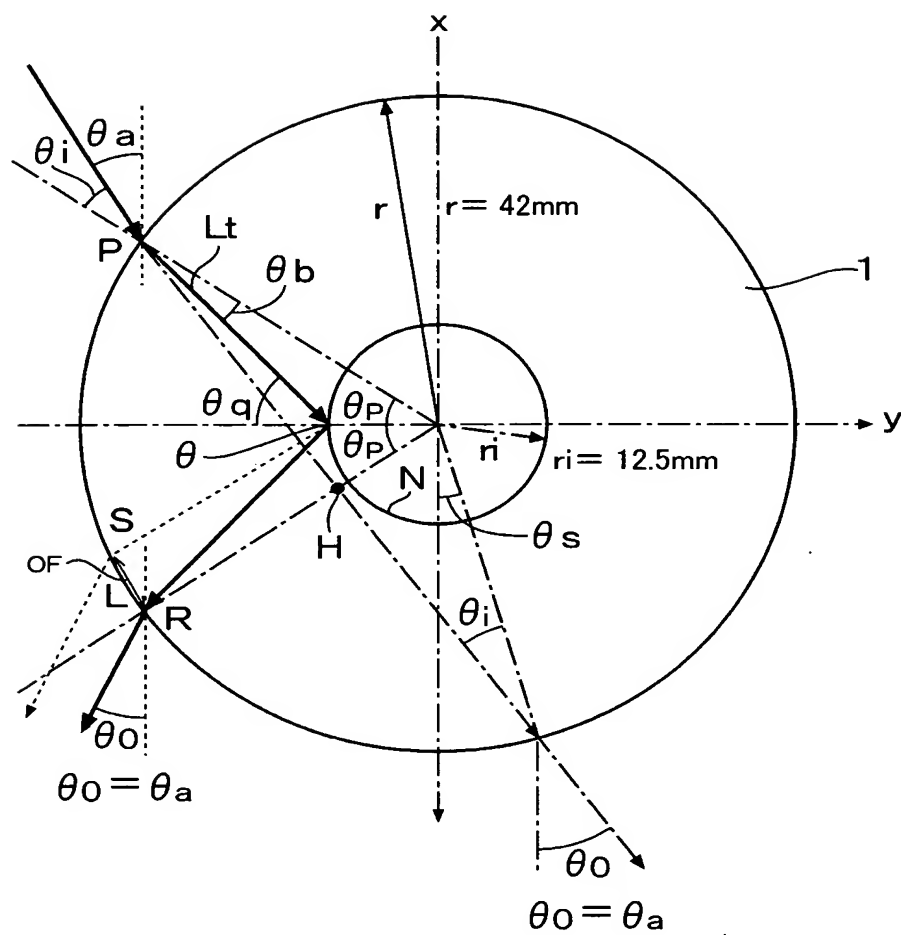
【図 3】



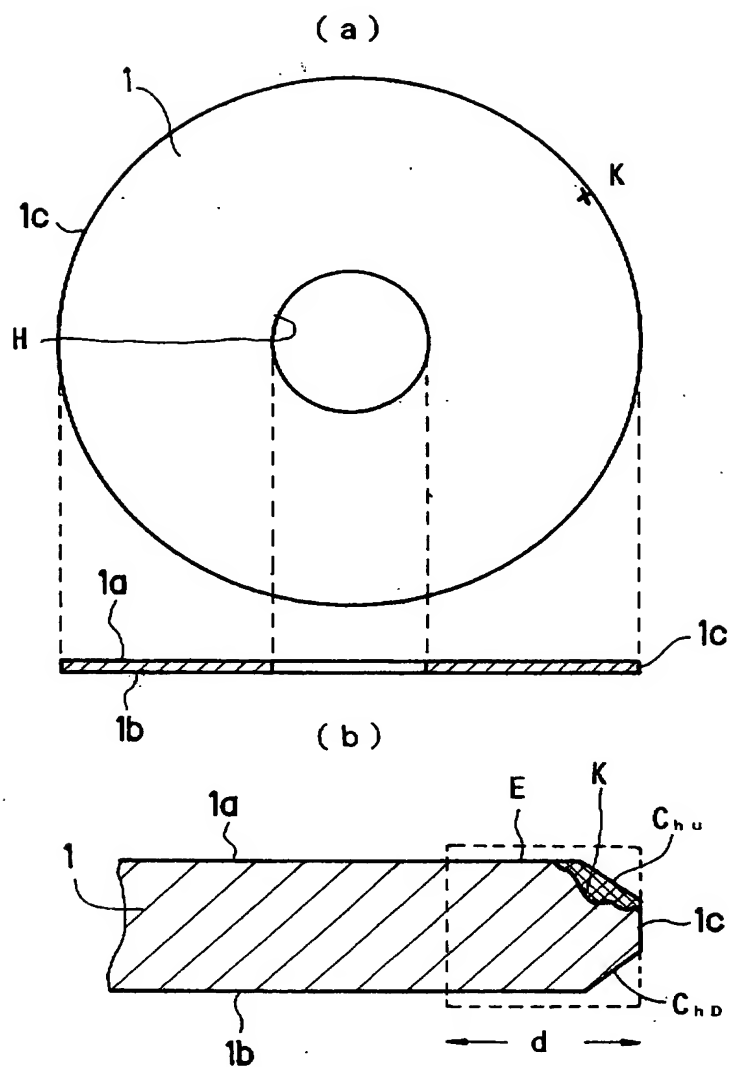
【図 4】



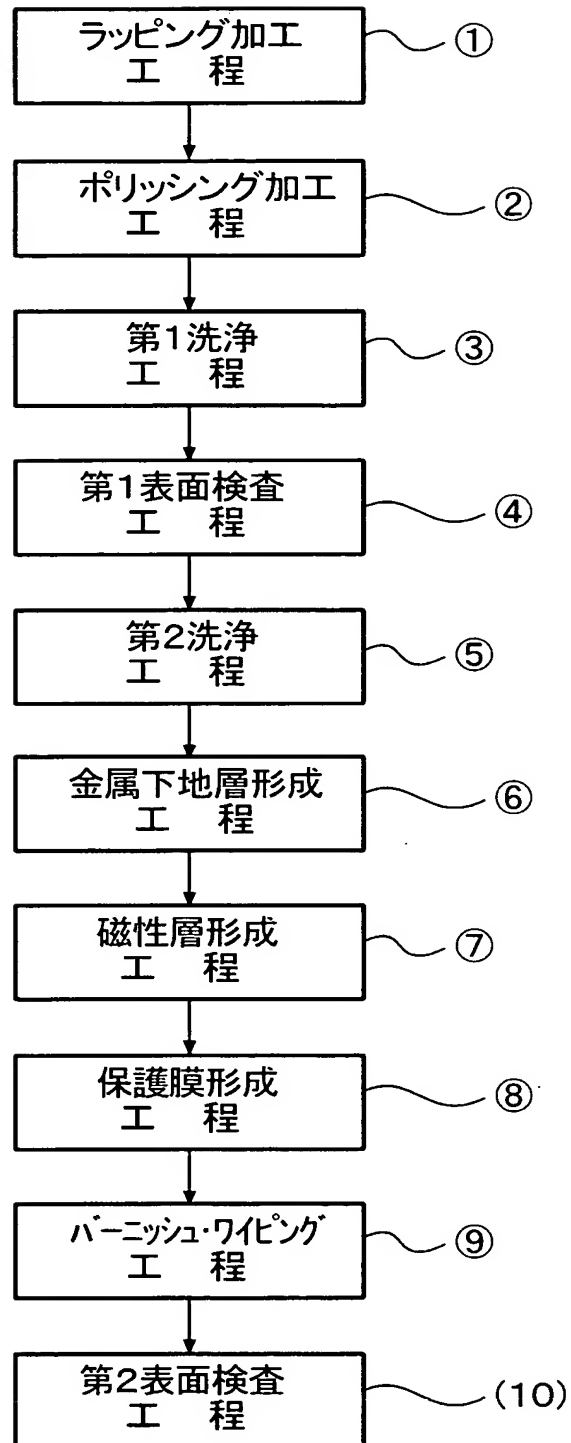
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

透光性ディスクに対して外周エッジ部の割れ、欠け等の欠陥を付着異物から切り離して効率よく、高精度に検出することができる透光性ディスクの周面欠陥検出光学系およびその欠陥検出装置、そして欠陥検出方法を提供することにある。

【解決手段】

この発明は、ディスクの内部を通し外周面の検査領域に内側から光ビームスポットを照射してディスクの外側で検査領域の近傍に設けられた第 1 の受光系により検査領域からの散乱光を受光してディスクの周面欠陥を検出する。そのため、ディスクの外側に付着している異物からの散乱光はほとんど発生しない。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 9 9 8 6 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 2 3 3 4 8 0]

1. 変更年月日	1 9 9 4 年 9 月 2 0 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都渋谷区東 3 丁目 1 6 番 3 号
氏 名	日立電子エンジニアリング株式会社